

ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ УГЛЯ В ШЛАКОВОМ РАСПЛАВЕ

Аннотация. В данной работе проанализированы способы сжигания угля, которые позволяют расширить долю угля в энергетическом балансе промышленного предприятия. Также рассмотрен вопрос энерготехнологического применения шлакового расплава в теплотехнологии производства извести и цементного клинкера.

Энергетическая база промышленных предприятий, как правило, представлена таким энергетическим ресурсом как природный газ. Для увеличения надежности работы предприятия необходимо базировать его на нескольких природных источниках энергии. Таким источником может стать энергетический уголь, доля которого в балансе предприятия составляет 5-10% [1]. Анализ современного состояния энергетического оборудования промышленных предприятий показал, что резко увеличить долю углей не удастся – требуется разработка нового оборудования и проведение эффективных энергосберегающих мероприятий.

Существующие способы сжигания углей в твердой фазе предполагают предварительную их подготовку, а также сложные системы механического оборудования: системы пылеприготовления, колосниковые решетки, пневмомеханические питатели угля [2]. Такой способ сжигания предполагает наличие системы газоочистки. Альтернативный способ сжигания угля в шлаковом расплаве позволяет упростить систему газоочистки, а также частично исключить стадии подготовки топлива.

Существующий способ сжигания угля в шлаковом расплаве был реализован на «Несветай» ГРЭС для классического теплосилового цикла получения тепловой и электрической энергии [3]. Такой метод сжигания угля в настоящее время является наиболее актуальным и требует постановки вопроса об определении эффективного места его внедрения на промышленном предприятии с целью расширения энергетической базы последнего.

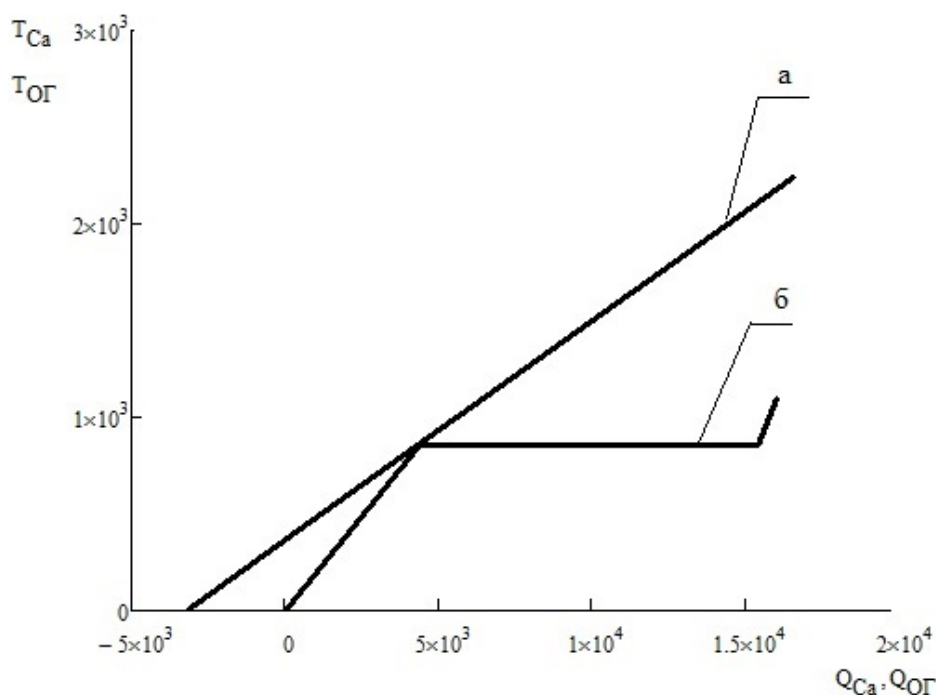
Стоит отметить, что данный способ сжигания угля эффективно может применяться не только на электрических станциях, но и в теплотехнологии черной металлургии для энергообеспечения таких процессов, как обжиг известняка, доломита, цементного клинкера, металлических руд. В работе поставлена задача: исследовать возможность применения процесса сжигания угля в шлаковом расплаве для процесса обжига известняка.

Энергетическая база современных предприятий может быть представлена углями разных месторождений, что делается для обеспечения их надежной ра-

боты на углях усредненного состава. Анализ справочных данных позволил определить усредненный состав углей по разным месторождениям: $W^p = 18,11 \%$, $A^p = 20,34 \%$, $S_k^p = 0,86 \%$, $S_{op}^p = 0,65 \%$, $C^p = 47,74 \%$, $H^p = 3,13 \%$, $N^p = 0,8 \%$, $O^p = 8,38 \%$. Зольная часть представлена следующим составом: $SiO_2 = 49,41 \%$, $Al_2O_3 = 24,21 \%$, $TiO_2 = 0,51 \%$, $Fe_2O_3 = 9,88 \%$, $CaO = 10,29 \%$, $MgO = 2,26 \%$, $K_2O = 2,07 \%$, $Na_2O = 1,13 \%$ [4].

Основной проблемой процесса сжигания угля в шлаковом расплаве является высокая температура шлака, а также его значительное количество. С энергетической точки зрения целесообразно направить его на получение готовой продукции, например, для получения цементного клинкера. Состав цементного клинкера наиболее отвечает составу шлакового расплава: $SiO_2 = 17,3 \%$, $Al_2O_3 = 7,2 \%$, $TiO_2 = 3,1 \%$, $Fe_2O_3 = 8,7 \%$, $CaO = 62,8 \%$, $MgO = 0,6 \%$, $K_2O = 1,4 \%$, $Na_2O = 0,9 \%$ [5]. Расчет материального баланса позволил определить необходимые добавки и их количество для доведения шлакового расплава до состава цементного клинкера. Для получения 1 тонны клинкера нужно добавить в расплав шлака массой 325 кг, 8 кг SiO_2 , 590 кг CaO , 25 кг TiO_2 , 40 кг Fe_2O_3 , 7 кг K_2O , 5 кг Na_2O . Видно, что основной составляющей является известь CaO .

В настоящее время известь получают путем обжига известняка $CaCO_3$, используя при этом природный газ, также как и в теплотехнологии получения цементного клинкера. Был произведен расчет количества образующихся продуктов сгорания при сжигании угля в шлаковом расплаве, массы известняка, которую можно обжечь этими продуктами. На рисунке представлена линия тепловой обработки известняка с площадкой разложения и его нагревания до температуры $1100^\circ C$ с одновременным охлаждением продуктов сгорания угля.



Тепловая обработка известняка с одновременным охлаждением продуктов сгорания угля: а - охлаждение, б - нагрев известняка

Расчет показал, что продуктами сгорания с температурой горения 1794 °С (температура подогрева воздуха 397 °С) возможно произвести процесс обжига известняка в количестве 6,2 т/т угля при требовании 369 кг известняка на каждую тонну угля. Таким образом, организация процесса обжига известняка и цементного клинкера на угле позволит увеличить долю последнего в энергетическом балансе предприятия.

Список использованных источников

1. Сазанов Б., Ситас В. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие. М. : Издательский дом МЭИ, 2014.
2. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия: в 4 кн. / под общ. ред. чл. – корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. 4-е изд., М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
3. <http://etes.ru/newsite/mainpage/2/>
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова [и др.], М. :Энергия, 1973.
5. Баженов Ю. М. Технология бетона. М. : Москва, 2002.

УДК 621.486

Петракович М. А., Болотников С. С., Матвеев С. В., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет
petrakovichmariya@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ РАЗЛИВАЕМОЙ СТАЛИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ ГТУ

Аннотация. В данной работе предлагается использовать нагретый жидкометаллический теплоноситель от стали в качестве теплоисточника для газотурбинных установок (ГТУ), работающих по замкнутому циклу. Разработана принципиальная теоретическая схема использования теплоты разливаемой стали. Выполнены первые разработки для реализации теплообмена между жидкометаллическим теплоносителем и рабочим телом ГТУ.

По сообщению всемирной ассоциации стали (WorldSteelAssociation) в 2014 году было выплавлено порядка 1,612 млрд. тонн стали [1].

На этапе получения заготовок для металлических изделий вся выплавленная сталь проходит технологические процессы охлаждения и формообразования. При этом с каждой тонны при охлаждении от начальной температуры жидкой стали 1600 °С до температуры окружающей среды отводится порядка 1400 МДж тепловой энергии в окружающую среду.

Известен способ разлива стали на жидкометаллический теплоноситель, в котором были предприняты попытки полезного использования тепловой энергии стали. При этом направление использования теплоты не было четко обозначено [2].